

1.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

При взаимодействии бесцветной, дымящей на воздухе жидкости **A** (содержит 13,45 % кислорода), с бинарным соединением **B**, содержащим 31,84% галогена по массе образуется газ **B** (*реакция 1*), строение которого сходно со строением вещества **A**. **B** содержит 18,6% кислорода. При пропускании газа **B** через концентрированный раствор гидроксида калия (*реакция 2*), видимых изменений не наблюдалось. При последующем добавлении к получившемуся раствору известковой воды (*реакция 3,4*) выпадает смесь осадков, состоящая из двух веществ – **X** и **Y**. Обработка этих осадков разбавленной хлористоводородной кислотой (до полного прекращения видимых признаков реакции (*реакция 5*)) приводит к выделению газа **Г** с плотностью по гелию 16,00. Дальнейшая обработка осадков 75% серной кислотой (*реакция 6*) приводит к выпадению другого осадка **Д** и выделению газа **Е** (0,998 г/дм³, 25°C, 123630,8 Па). Газ **Е** легко сжижается при 19°C с образованием прозрачной, легкоподвижной жидкости с плотностью ≈ 1 г/см³.

1. Определите вещества **A–E**, **X**, **Y**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций 1–6.
3. За счет чего происходит «дымление» жидкости **A**? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Задача №10-2

В справочной книге для химиков, технологов, студентов и фармацевтов «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление» (1902 г.) следующим образом описываются получение и свойства вещества «хамелеон» (названия и формулы веществ зашифрованы):

«Приготовление. Хамелеон (**X**) получается или кипячением раствора **Y** с водой или пропусканием CO_2 в нагретый раствор **Y**. Полученный красный раствор **X** сливают с осадка и выпаривают, причем выделяются темно-красные, почти черные блестящие призмы.

В лабораториях хамелеон может быть приготовлен еще следующим образом: 500 частей едкого кали 45%-ного ... выпаривают с 105 г бертолетовой соли и при выпаривании этой смеси прибавляют туда 180 г порошкообразной **Z**; нагревание продолжают до тех пор, пока масса совершенно сгустится. Тогда ее размешивают до полного охлаждения, ... массу разбивают на мелкие куски и варят в котле с большим количеством воды, и затем жидкость оставляется в покое на час. Полученный раствор процеживается через асбест и подвергается кристаллизации при возможно низкой температуре.

Можно получить хамелеон из соединения **Y** пропусканием хлора в раствор **Y** до тех пор, пока его зеленый цвет не перейдет в красный. Полученная таким образом красная жидкость выпаривается на голом огне до кристаллизации и затем охлаждается.

Свойства. Хамелеон выделяется в виде металлически-блестящих длинных призматических кристаллов, просвечивающих красным цветом. Эта соль, как в сухом виде, так и в растворе не представляет прочного соединения. Раствор сахара разлагает на холоду раствор **X**. Раствор **X** изменяется от действия света. Если **X** смешать с сильно охлажденной серной кислотой, получится темно-зеленая тяжелая жидкость, состоящая из **Q**, последняя быстро разлагается при нагревании, развивая кислород, содержащий много озона. В твердом

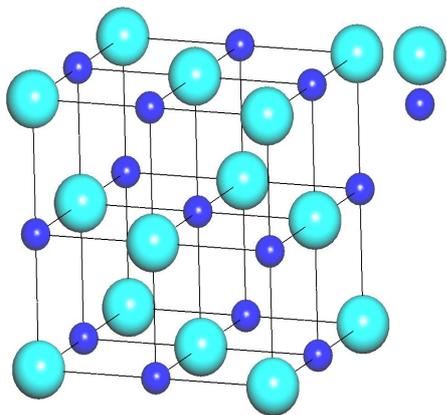
состоянии X разлагается при накаливании, выделяя кислород. Смесь кристаллического X с фосфором и серой воспламеняется при трении или ударе. Смесь с углем загорается только при нагревании, но не при ударе. ...»

1. Установите вещества X, Y, Z, Q,

2. Напишите уравнения реакций описывающих способы получения хамелеона и его свойства

Задача №10-3

Хлорид натрия имеет важное значение. Помимо использования его в быту и медицине, он является сырьем для промышленного получения ряда веществ, таких как хлороводород, гидроксид натрия, хлор и металлический натрий.



1. Напишите уравнения химических реакций, позволяющих получить указанные выше вещества из хлорида натрия. Не забудьте указать условия проведения реакций.

Знание микроструктуры вещества позволяет вычислять макроскопические свойства, например, зная параметры элементарной ячейки вещества можно определить его молярную массу или плотность.

2. Вычислите кратчайшее межатомное расстояние $r(\text{Na-Cl})$ в ангстремах ($1 \text{ см} = 10^{-8} \text{ \AA}$), если плотность

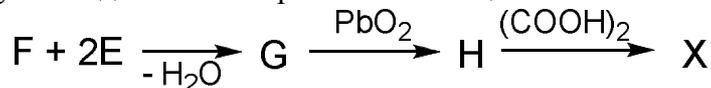
NaCl , имеющего кубическую элементарную ячейку (рис.) равна 2.163 г/см^3 .

В ионных кристаллах NaCl катионы являются более подвижными, чем анионы. Вакансии в катионной подрешетке могут мигрировать, что обеспечивает незначительную электропроводность хлорида натрия. Анионные вакансии также присутствуют в NaCl , но их подвижность и вклад в электропроводность значительно ниже.

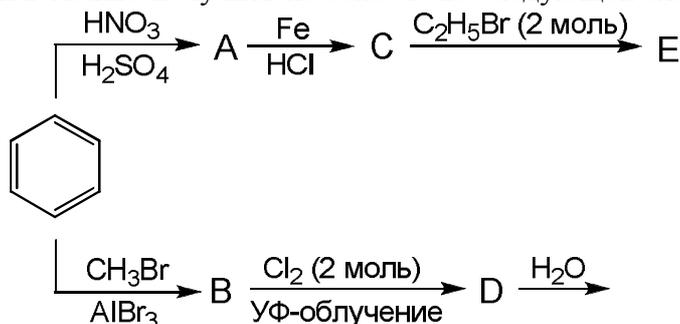
3. Как изменится электропроводность кристаллов NaCl при его легировании ионами Mn^{2+} с образованием твердого раствора? Ответ поясните. Приведите формулу указанного твердого раствора.

Задача №10-4

Известное лекарственное средство X, которое наверняка есть в вашей домашней аптечке, было синтезировано в XIX веке. В медицине данное вещество стало применяться с середины XX века в СССР. Однако в европейских странах и США оно не используется, что послужило основанием для шутки над Филом в сериале «Интерны». Ниже приведен способ промышленного получения данного лекарственного вещества.



Соединения E и F можно получить из бензола по следующей схеме:



Вещество C представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом. На воздухе быстро окисляется и приобретает красно-бурую окраску. Вещество C

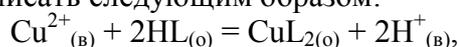
находит широкое применение в качестве полупродукта в производстве красителей, взрывчатых веществ и лекарственных средств. С энергично реагирует с бромной водой с образованием белого осадка.

Вещество **F** – бесцветная жидкость с запахом горького миндаля, легко реагирует с гидросульфитом натрия с образованием кристаллического продукта.

1. Определите строение соединений **A–H** и **X**.
2. Напишите уравнения реакций, описывающих получение **X** из бензола.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия **C** с бромной водой и **F** с гидросульфитом натрия.

Задача №10-5

Экстракция – процесс распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями, широко используется для концентрирования и разделения веществ. Например, широко распространен метод экстракции меди (II) из водных растворов в органическую фазу, после взаимодействия раствора, содержащего медь с диэтилдитиокарбаматом (HL). Уравнение экстракции можно записать следующим образом:



нижним индексом (о) обозначена органическая фаза, а (в) – водная.

Коэффициентом распределения называют величину равную отношению концентрации вещества в органической фазе к его концентрации в водной фазе. Например, для меди (II) при экстракции с диэтилдитиокарбаматом:

$$D = \frac{[\text{CuL}_2]_{(о)}}{[\text{Cu}^{2+}]_{(в)}}$$

Содержание меди в водной фазе определяют следующим способом. К водную фазу подкисляют 2М серной кислотой, прибавляют около 0,5 г кристаллического KI и тщательно перемешивают. Через 5 минут полученную смесь титруют стандартным раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания раствора.

1. Напишите уравнения химических реакций, отражающих суть метода определения меди(II) после экстракции
2. По данным осуществленной экстракции вычислите коэффициент распределения меди между водой и хлороформом в зависимости от pH водной фазы, если соотношение водной и органической фазы равно 1:1, а общий объем смеси равен 200 мл.

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}}, \text{ МГ}$	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{(в)}, \text{ МГ}$	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$

2. Объясните полученную зависимость коэффициента распределения меди от pH водной фазы, если известно, что HL – слабая кислота.

Константой экстракции (K) называют константу равновесия гетерогенной реакции, отвечающей процессу экстракции.

3. Напишите выражение для константы экстракции меди и выведите уравнение связи константы экстракции с коэффициентом распределения.
4. Приняв $[\text{HL}]_{(о)}$ независимой от pH и равной 0,05 моль/л вычислите константу экстракции меди.